

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 06 998.4

Anmeldetag: 19. Februar 2003

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

Bezeichnung: Hochfrequenzantenne für eine Magnetresonanz-
anlage

IPC: G 01 R, A 61 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident
Im Auftrag



Faust

Beschreibung

Hochfrequenzantenne für eine Magnetresonanzanlage

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hochfrequenzantenne für eine Magnetresonanzanlage, mit einer Anzahl von Antennenstäben und zwei Endringen,
- wobei die Antennenstäbe regelmäßig um eine Antennenachse herum sind und an ihren Stabenden mit je einem der Endringe
 - 10 verbunden sind,
 - wobei entweder jeder Antennenstab im wesentlichen parallel zur Antennenachse verläuft und in einem Mittelbereich von der Antennenachse einen Stababstand aufweist oder jeder Antennenstab mit der Antennenachse einen Neigungswinkel bil-
 - 15 det und an seinem weiter von der Antennenachse entfernt liegenden Stabende von der Antennenachse einen Stababstand aufweist.

Derartige Hochfrequenzantennen sind - insbesondere im Falle

20 eines Verlaufs der Antennenstäbe parallel zur Antennenachse - allgemein als Birdcage-Resonatoren bekannt. Bei ihnen sind in den Endringen und/oder den Antennenstäben Kondensatoren angeordnet. Die Hochfrequenzantenne ist derart abgestimmt, dass sie bei einer vorbestimmten bzw. vorbestimmbaren Betriebsfrequenz der Hochfrequenzantenne einen resonanten Schwingkreis

25 bildet.

Aus der DE 197 32 783 C1 und den Patent Abstracts of Japan zur JP-A-2000 166 895 sind Birdcage-Resonatoren bekannt, bei

30 denen die Endringe weiter von der Antennenachse entfernt sind als die Antennenstäbe.

Durch von der Hochfrequenzantenne abgestrahlte Magnetfelder werden Kernspins eines Untersuchungsobjekts (oftmals eines

35 Menschen) zu Resonanzen angeregt. Die Resonanzen werden dann erfasst und ausgewertet. Die Erfassung der Resonanzsignale kann dabei gegebenenfalls mit der selben Antenne erfolgen.

Durch den Trend zu immer kürzeren Magnetsystemen besteht bei konventionellen Ganzkörper-Sendeantennen die Gefahr, dass das sogenannte Doppeldeutigkeitsartefakt auftritt. Solche Doppeldeutigkeitsartefakte werden dadurch hervorgerufen, dass durch die Überlagerung von Grundmagnetfeld und Gradientenmagnetfeld zwei oder noch mehr Stellen existieren, an denen die gleiche Gesamtfeldstärke vorherrscht. Dabei liegt üblicherweise eine dieser Stellen innerhalb eines gewünschten Aufnahmevolumens, mindestens eine weitere außerhalb des Aufnahmevolumens. Wenn nun die Hochfrequenzfeldstärke an der Stelle außerhalb des Aufnahmevolumens nicht klein genug ist, kommt es bei der Bildrekonstruktion zur Überlagerung der Bildinformation aus beiden Stellen.

Zur Vermeidung des Doppeldeutigkeitsartefakts muss daher dafür gesorgt werden, dass das Hochfrequenzmagnetfeld außerhalb des Aufnahmevolumens schnell genug abfällt. Dabei muss gleichzeitig dafür gesorgt werden, dass innerhalb des Aufnahmevolumens das Hochfrequenzsignal homogen genug ist.

Ganzkörper-Sendeantennen sind in der Regel als Birdcage-Resonatoren ausgebildet. Diese besitzen konstruktionsbedingt bereits einen schnellen Feldabfall in der Längsachse. Allerdings ergeben sich bei sehr kurzen Magneten und/oder sehr kurzen Antennen starke Einschränkungen in der Feldhomogenität.

Aus dem Fachaufsatz „Fast drop off cylindrical RF transmit coils“ von E. B. Boskamp, erschienen in den Proceedings der ISMRM Band 10 (2002) ist eine Kombination von mehreren Birdcage-Resonatoren beschrieben, die derart miteinander verschaltet sind, dass ein geeignetes Feldprofil erzeugbar ist.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine gattungsgemäße Hochfrequenzantenne für Magnetresonanzenanlagen derart zu modifizieren, dass mit ihr auf einfache Weise ein schneller Feldabfall nach außen erreichbar ist.

Bei einem Verlauf der Antennenstäbe parallel zur Antennenachse wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass der Stababstand größer als ein Endringabstand ist, den mindestens einer der Endringe im Bereich dieses Antennenstabes von der Antennenachse aufweist.

Bei der Bildung eines Neigungswinkels zwischen Antennenstäben und Antennenachse wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass der Stababstand größer als ein Endringabstand ist, den derjenige der Endringe, der mit dem weiter von der Antennenachse entfernt liegenden Stabende dieses Antennenstabes verbunden ist, im Bereich dieses Antennenstabes von der Antennenachse aufweist.

Die erfindungsgemäße Wirkung ist um so stärker, je mehr der Endringabstand kleiner als der Stababstand ist. Die Differenz des Endringabstands und des Stababstands sollte daher mindestens 5 mm, besser 10 bis 15 mm betragen.

Vorzugsweise sind die Antennenstäbe und die Endringe radial außen vom einem Hochfrequenzschirm umgeben.

In der Regel weist der Hochfrequenzschirm im Bereich des betrachteten Antennenstabes einen Schirmabstand von der Antennenachse auf. Eine besonders gute Wirkung durch die Verkleinerung des Endringabstandes ergibt sich, wenn die Differenz des Endringabstands und des Stababstands mindestens 15 %, besser 20 bis 40 %, der Differenz des Schirmabstands und des Stababstands beträgt.

Der Hochfrequenzschirm kann bezüglich der Antennenachse wahlweise symmetrisch oder asymmetrisch angeordnet sein.

Durch die Absenkung des betreffenden Endringes kann auch der Aufwand für die Verstimmung der Hochfrequenzantenne reduziert werden. Insbesondere ist es ausreichend, wenn die Hochfre-

quenzantenne nur noch (genau) zwei Verstimmungsschaltungen aufweist, mittels derer die Hochfrequenzantenne verstimmbar ist.

Im Stand der Technik sind die Verstimmungsschaltungen in die
5 Hochfrequenzantenne selbst eingebaut. Insbesondere sind sie
im Stand der Technik in den Verbindungsbereichen der Endringe
mit den Antennenstäben angeordnet. Bei der erfindungsgemäßen
Hochfrequenzantenne ist es hingegen möglich, dass die Ver-
stimmungsschaltungen an Speisekabel für die Hochfrequenzantenne
10 angeschlossen sind.

Wenn die Hochfrequenzantenne von außen auf ein Tragrohr auf-
montiert ist, ist die konstruktive Anordnung der einzelnen
Komponenten der Hochfrequenzantenne auf besonders einfache
15 Weise realisierbar.

Die erfindungsgemäße Hochfrequenzantenne kann prinzipiell als
Lokal- oder als Ganzkörperantenne ausgebildet sein. Insbeson-
dere im letztgenannten Fall liegt der Stababstand üblicher-
20 weise zwischen 25 und 35 cm.

Wenn die Antennenstäbe mindestens zwei gegeneinander verdreh-
te Teilstrukturen bilden, jede der Teilstrukturen regelmäßig
um die Antennenachse herum angeordnet ist und die Teilstruk-
turen voneinander verschiedene Stababstände aufweisen, ist
25 die Hochfrequenzantenne noch weiter optimierbar.

Die Antennenstäbe bzw. die Teilstrukturen sind im Regelfall
kreisförmig um die Antennenachse herum angeordnet. Sie können
30 aber auch beispielsweise elliptisch um die Antennenachse her-
um angeordnet sein.

Die Endringe sind im Regelfall bezüglich der Antennenachse
symmetrisch angeordnet. Auch sie können aber bezüglich der
35 Antennenachse asymmetrisch angeordnet sein.

Die Verbindung der Antennenstäbe mit dem einen Endring bzw. den Endringen kann insbesondere dadurch bewirkt werden, dass die Antennenstäbe zum betreffenden Stabende hin nach radial innen geführt sind. Im Falle eines Verlaufs der Antennenstäbe im Wesentlichen parallel zur Antennenachse können dabei die Antennenstäbe alternativ im Bereich ihrer Stabenden nach radial innen umgebogen sein oder vom Mittelbereich zu den Stabenden hin allmählich nach radial innen verlaufen.

Alternativ ist auch möglich, dass die Verbindung der Antennenstäbe mit dem einen Endring bzw. den Endringen dadurch bewirkt wird, dass der betreffende Endring in seinem Verbindungsbereich zu den Antennenstäben nach radial außen geführt ist.

15

Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Zeichnungen. Dabei zeigen in Prinzipdarstellung

- | | | |
|----|---------------|---|
| 20 | FIG 1 | eine Magnetresonanzanlage, |
| | FIG 2 | eine Hochfrequenzantenne in perspektivischer Darstellung, |
| | FIG 3 | die Hochfrequenzantenne von FIG 2 in der Draufsicht, |
| 25 | FIG 4 | die Hochfrequenzantenne von FIG 2 von der Seite, |
| | FIG 5 | die Hochfrequenzantenne von FIG 2 in abge-
rollter Darstellung, |
| | FIG 6 und 7 | alternative Verbindungsmöglichkeiten eines Endrings mit einem Antennenstab, |
| 30 | FIG 8 und 9 | je einen Antennenstab, |
| | FIG 10 | eine weitere Hochfrequenzantenne in der Draufsicht, |
| | FIG 11 | eine weitere Hochfrequenzantenne von der Seite und |
| 35 | FIG 12 bis 14 | je eine weitere Hochfrequenzantenne in der Draufsicht. |

Gemäß FIG 1 weist eine Magnetresonanzanlage einen Untersuchungsraum 1 auf. Mittels einer Patientenliege 2 ist ein Mensch bzw. Patient 3 (allgemein: ein Untersuchungsobjekt 3) in den Untersuchungsraum 1 einfahrbar. Der Untersuchungsraum 1 ist in der Regel im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet. Er weist einen Innendurchmesser D auf.

Der Untersuchungsraum 1 ist von verschiedenen Magneten und Magnetsystemen umgeben. Es handelt sich hierbei zunächst um einen Grundmagneten 4. Der Grundmagnet 4 dient zur Erzeugung eines homogenen Grundmagnetfeldes. Ferner ist ein Gradientenmagnetsystem 5 vorhanden. Mittels des Gradientenmagnetsystems 5 werden Gradientenfelder erzeugt, die zum Erzeugen sinnvoll auswertbarer Magnetresonanzsignale erforderlich sind. Dann weist das Magnetsystem noch eine Ganzkörperspule 6 auf. Die Ganzkörperspule 6 ist als Hochfrequenzantenne 6 ausgebildet. Sie dient bei Betrieb als Sendeantenne zum Anregen von Magnetresonanzsignalen im Untersuchungsobjekt 3. Bei Betrieb als Empfangsantenne dient sie zum Empfang von zuvor angeregten Magnetresonanzsignalen des Untersuchungsobjekts 3.

In das Innere des Untersuchungsraums 1 ist in der Regel noch mindestens eine Lokalspule 7 einbringbar. Sie ist ebenfalls als Hochfrequenzantenne 7 ausgebildet. Sie dient in der Regel zum lokalen Empfang von Magnetresonanzsignalen, die zuvor mittels der Ganzkörperspule 6 angeregt wurden. Die Lokalspule 7 kann im Einzelfall aber ebenso wie die Ganzkörperspule 6 auch als Sendeantenne betrieben werden. Der Aufbau der Lokalspule 7 kann - bis auf entsprechend kleinere Abmessungen - ähnlich dem Aufbau der Ganzkörperspule 6 sein.

Der Grundmagnet 4, das Gradientenmagnetsystem 5 und die Spulen 6, 7 sind schließlich noch von einem Schirmmagnet 8 umgeben.

Das Gradientenmagnetsystem 5, und die Spulen 6, 7 sind mit einer Steuer- und Auswerteeinheit 9 verbunden. Diese bewirkt

in bekannter Weise die geeignete Ansteuerung des Gradientenmagnetsystems 5 und der Spulen 6, 7, um Magnetresonanzsignale anzuregen, zu empfangen und auszuwerten.

5 Gemäß FIG 2 weist die Hochfrequenzantenne 6, 7 - sei es in Form der Ganzkörperspule 6, sei es in Form der Lokalspule 7 - eine Anzahl von Antennenstäben 10 sowie zwei Endringe 11 auf. In den Antennenstäben 10 und/oder den Endringen 11 sind ferner Kondensatoren C angeordnet, mittels derer die Hochfrequenzantenne 6, 7 auf eine bestimmte Betriebsfrequenz abge-
10 stimmt ist. Diese Kondensatoren C sind gemäß FIG 2 in den Endringen 11 angeordnet. Die Endringe 11 bestehen somit aus Endringsegmenten. Dies ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung aber von sekundärer Bedeutung.

15

Die Antennenstäbe 10 verlaufen bei der Ausführungsform gemäß FIG 2 parallel zu einer Antennenachse 12. Sie sind in einem Stababstand d_s von der Antennenachse 12 gleichmäßig verteilt um die Antennenachse 12 herum angeordnet. Der Stababstand d_s
20 ist dabei für alle Antennenstäbe 10 gleich.

Im Falle der Ganzkörperspule 6 ist der Stababstand d_s trivialerweise größer als die Hälfte des Durchmessers D des Untersuchungsraums 1. Üblicherweise bewegt sich der Stababstand d_s
25 zwischen 25 und 35 cm. Bei Ausbildung der Hochfrequenzantenne als Lokalspule 7 kann der Stababstand d_s selbstverständlich auch kleiner als 25 cm sein.

Die Antennenstäbe 10 sind an ihren Stabenden E mit je einem
30 der Endringe 11 verbunden. Die Endringe 11 sind somit konzentrisch zur Antennenachse 12 angeordnet.

Die Endringe 11 weisen von der Antennenachse 12 Endringabstände d_r auf, die kleiner als der Stababstand d_s sind. Gemäß
35 FIG 3 sind dabei die Endringabstände d_r beider Endringe 11 kleiner als der Stababstand d_s . Prinzipiell würde es aber auch ausreichen, wenn nur einer der Endringabstände d_r klei-

ner als der Stababstand d_s ist. Der Endringabstand d_r ist vorzugsweise mindestens 5 mm, besser 10 bis 15 mm, kleiner als der Stababstand d_s .

5 Wie aus FIG 3 ersichtlich ist, sind die Antennenstäbe 10 und die Endringe 11 radial außen von einem Hochfrequenzschirm 13 umgeben. Der Hochfrequenzschirm 13 läuft in einem Schirmabstand d_s konzentrisch um die Antennenachse 12 um. Der Hochfrequenzschirm 13 weist also im Bereich der Antennenstäbe 10
10 von der Antennenachse 12 stets denselben Schirmabstand d_s auf. Die Differenz des Schirmabstands d_s und des Stababstands d_s liegt typischerweise zwischen 25 und 35 mm, z. B. bei 30 mm. Die Differenz des Endringabstands d_r und des Stababstands d_s sollte mindestens 15 %, besser 20 bis 40 %, der Differenz
15 des Schirmabstands d_s und des Stababstands d_s betragen. Bei einem Abstand des Hochfrequenzschirms 13 von den Antennenstäben 10 von 25/30/35 mm beträgt der radiale Abstand der Endringe 11 von den Antennenstäben 10 also mindestens 3,75/4,50/5,25 mm, besser 5/6/7 bis 10/12/14 mm.

20

Wie besonders deutlich den FIG 3 und 4 zu entnehmen ist, sind die Antennenstäbe 10 und die Endringe 11 von außen auf ein - hier zylinderförmiges - Tragrohr 14 aufmontiert. Im Falle der Ganzkörperspule 6 entspricht das Tragrohr 14 der Innenwand
25 des Untersuchungsraums 1. Der erhöhte Abstand der Antennenstäbe 10 von der Stabachse 12 kann dabei insbesondere durch einen separaten, auf das Tragrohr 14 aufgesetzten Abstandhalter 15 gewährleistet werden. Der Abstandhalter 15 besteht dabei vorzugsweise aus einem thermisch isolierenden Material,
30 z. B. Polyurethanschaum.

Gemäß FIG 5 weist die Hochfrequenzantenne 6, 7 genau zwei Verstimmungsschaltungen 16 auf, die an Speisekabel 17 für die Hochfrequenzantenne 6, 7 angeschlossen sind. Die Verstimmungsschaltungen 16 sind beispielsweise als Kondensatornetzwerke
35 ausgebildet, die über Diodenschalter an die Speisekabel 17 anschaltbar sind. Durch Anschalten der Verstimmungsschaltungen 16

an die Speisekabel 17 ist somit ein Verstimmen der Hochfrequenzantenne 6, 7 möglich.

Gemäß FIG 6 ist es möglich, dass die Verbindung der Antennenstäbe 10 mit den Endringen 11 dadurch bewirkt wird, dass die Antennenstäbe 10 zu ihren Stabenden E hin nach radial innen geführt sind. Alternativ ist es gemäß FIG 7 aber auch möglich, dass die Verbindung der Antennenstäbe 10 mit den Endringen 11 dadurch bewirkt wird, dass die Endringe 11 in ihren Verbindungsbereichen zu den Antennenstäben 10 nach radial außen geführt sind.

Wenn die Antennenstäbe 10 zu ihren Stabenden E hin nach radial innen geführt sind, kann dies auf zwei Arten realisiert werden, die alternativ oder kombiniert eingesetzt werden können. Zum einen ist es gemäß FIG 8 möglich, dass die Antennenstäbe 10 im Bereich der Stabenden E nach radial innen umgebogen sind. In diesem Fall erfolgt das Umbiegen, bezogen auf die gesamte Länge der Antennenstäbe 10, auf den letzten 10 %, insbesondere auf den letzten 5 %, vor dem Stabende E. Gemäß FIG 9 ist es aber auch möglich, dass die Antennenstäbe 10 vom Mittelbereich M zu den Stabenden E hin allmählich nach radial innen verlaufen. Der allmähliche Verlauf nach radial innen erstreckt sich in diesem Fall über mindestens 20 %, besser 30 bis 35 % der Gesamtlänge der Antennenstäbe 10. Vorzugsweise erfolgt ferner in den äußersten 10 % des Antennenstabes 10 in diesem Fall kein radialer Anstieg nach innen mehr.

In jedem der oben stehend beschriebenen Fälle, vergleiche insbesondere die Darstellungen in den FIG 2, 8 und 9, verläuft also jeder Antennenstab 10 im Wesentlichen parallel zur Antennenachse 12. In seinem Mittelbereich M weist er von der Antennenachse 12 den Stababstand d_s auf. Dieser Stababstand d_s ist kleiner als der Endringabstand d_r , den die Endringe 11 von der Antennenachse 12 aufweisen.

Wie insbesondere in den FIG 2 und 3 dargestellt ist, und im Übrigen auch in Verbindung mit den FIG 8 und 9 mit vorausgesetzt wurde, sind die Antennenstäbe 10 in der Regel kreisförmig um die Antennenachse 12 herum angeordnet. Auch sind die

5 Endringe 11 und auch der Hochfrequenzschirm 12 in aller Regel symmetrisch zur Antennenachse 12 angeordnet. Gemäß FIG 10 ist es aber auch möglich, dass einer der Endringe 11 (gegebenenfalls auch beide Endringe 11) und/oder der Hochfrequenzschirm 13 bezüglich der Antennenachse 12 asymmetrisch angeordnet

10 sind. Eine etwaige asymmetrische Anordnung des Hochfrequenzschirms 13 ist dabei unabhängig von einer asymmetrischen Anordnung eines der Endringe 11 bzw. beider Endringe 11 realisierbar.

15 Gemäß FIG 11 ist es weiterhin möglich, die Hochfrequenzantenne nicht zylinderförmig, sondern kegelstumpfförmig auszubilden. In diesem Fall bilden die Antennenstäbe 10 mit der Antennenachse 12 einen Neigungswinkel α . Dementsprechend weisen die Antennenstäbe 10 ein Stabende E auf, das weiter von

20 der Antennenachse 12 entfernt liegt als das andere Stabende E. Der Stababstand d_s ist in diesem Fall der Abstand dieses, also des weiter von der Antennenachse 12 entfernt liegenden, Stabendes E von der Antennenachse 12. Dieser Stababstand d_s ist in diesem Fall größer als der Endringabstand d_r desjenigen der Endringe 11, der mit diesem Stabende E verbunden ist,

25 von der Antennenachse 12.

Wie insbesondere aus FIG 12 ersichtlich ist, muss die Anordnung der Antennenstäbe 10 auch nicht notwendigerweise kreisförmig sein. Vielmehr ist es ausreichend, wenn die Antennenstäbe 10 regelmäßig um die Antennenachse 12 herum angeordnet sind. Beispielsweise können die Antennenstäbe 10, wie aus FIG 12 ersichtlich ist, elliptisch um die Antennenachse 12 herum angeordnet sein. Dadurch können z. B. im Schulterbereich des

30 Patienten 3 lokal kleinere Felder erzeugt werden als im Brust- oder Rückenbereich des Patienten 3. Der Nutzungsgrad

35

der Antenne kann dadurch erhöht werden, ohne die Belastung des Patienten 3 zu erhöhen.

Es ist sogar möglich, wie in FIG 13 dargestellt, dass die Antennenstäbe 10 zwei bezüglich der Antennenachse 12 gegeneinander verdrehte Teilstrukturen 10', 10" bilden. In diesem Fall ist jede der Teilstrukturen 10', 10" regelmäßig um die Antennenachse 12 herum angeordnet. Die Teilstrukturen 10', 10" weisen in diesem Fall voneinander verschiedene Stababstände ds', ds" auf. Vorzugsweise sind sie auf Lücke zueinander angeordnet.

Gemäß der Darstellungsform von FIG 13 sind die Teilstrukturen 10', 10" kreisförmig um die Antennenachse 12 herum angeordnet. Auch hier ist aber eine regelmäßige Anordnung hinreichend. Insbesondere ist wieder eine elliptische Anordnung - siehe FIG 14 - möglich.

Mittels der erfindungsgemäßen Hochfrequenzantenne sind die aufgabengemäßen Ziele auf einfache Weise ohne Beeinträchtigung der Homogenität des erzeugten Hochfrequenzfeldes bewirkbar.

Patentansprüche

1. Hochfrequenzantenne für eine Magnetresonanzanlage, mit einer Anzahl von Antennenstäben (10) und zwei Endringen (11),

- 5 - wobei die Antennenstäbe (10) regelmäßig um eine Antennenachse (12) herum angeordnet sind und an ihren Stabenden (E) mit je einem der Endringe (11) verbunden sind,
- wobei entweder jeder Antennenstab (10) im wesentlichen parallel zur Antennenachse (12) verläuft und in einem Mittelbereich (M) von der Antennenachse (12) einen Stababstand (ds) aufweist, der größer als ein Endringabstand (dr) ist, den mindestens einer der Endringe (11) im Bereich dieses Antennenstabes (10) von der Antennenachse (12) aufweist, oder
- 10 - wobei jeder Antennenstab (10) mit der Antennenachse (12) einen Neigungswinkel (α) bildet und an seinem weiter von der Antennenachse (12) entfernt liegenden Stabende (E) von der Antennenachse (12) einen Stababstand (ds) aufweist, der größer als ein Endringabstand (dr) ist, den derjenige der
- 15 Endringe (11), der mit dem weiter von der Antennenachse (12) entfernt liegenden Stabende (E) dieses Antennenstabes (10) verbunden ist, im Bereich dieses Antennenstabes (10) von der Antennenachse (12) aufweist.
- 20

25 2. Hochfrequenzantenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Differenz des Endringabstands (dr) und des Stababstands (ds) mindestens 5 mm, besser 10 bis 15 mm, beträgt.

30 3. Hochfrequenzantenne nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Antennenstäbe (10) und die Endringe (11) radial außen von einem Hochfrequenzschirm (13) umgeben sind.

35 4. Hochfrequenzantenne nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochfrequenzschirm (13) im Bereich des betrachteten

Antennenstabes (10) einen Schirmabstand (dS) von der Antennenachse (12) aufweist und dass die Differenz des Endringabstands (dr) und des Stababstands (ds) mindestens 15 %, besser 20 bis 40 %, der Differenz des Schirmabstands (dS) und des Stababstands (ds) beträgt.

5. Hochfrequenzantenne nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochfrequenzschirm (13) bezüglich der Antennenachse (12) symmetrisch angeordnet ist.

6. Hochfrequenzantenne nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochfrequenzschirm (13) bezüglich der Antennenachse (12) asymmetrisch angeordnet ist.

7. Hochfrequenzantenne nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie genau zwei Verstimmungsschaltungen (16) aufweist, mittels derer die Hochfrequenzantenne verstimmbar ist.

8. Hochfrequenzantenne nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstimmungsschaltungen (16) an Speisekabel (17) für die Hochfrequenzantenne angeschlossen sind.

9. Hochfrequenzantenne nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie von außen auf ein Tragrohr (14) aufmontiert ist.

10. Hochfrequenzantenne nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stababstand (ds) zwischen 25 und 35 cm liegt.

11. Hochfrequenzantenne nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Antennenstäbe (10) mindestens zwei gegeneinander

verdrehte Teilstrukturen ($10'$, $10''$) bilden, dass jede der Teilstrukturen ($10'$, $10''$) regelmäßig um die Antennenachse (12) herum angeordnet ist und dass die Teilstrukturen ($10'$, $10''$) voneinander verschiedene Stababstände (ds' , ds'') aufweisen.

12. Hochfrequenzantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Antennenstäbe (10) bzw. die Teilstrukturen ($10'$, $10''$) kreisförmig um die Antennenachse (12) herum angeordnet sind.

13. Hochfrequenzantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Antennenstäbe (10) bzw. die Teilstrukturen ($10'$, $10''$) elliptisch um die Antennenachse (12) herum angeordnet sind.

14. Hochfrequenzantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Endringe (11) bezüglich der Antennenachse (12) symmetrisch angeordnet sind.



15. Hochfrequenzantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Endringe (11) bezüglich der Antennenachse (12) asymmetrisch angeordnet sind.

16. Hochfrequenzantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung der Antennenstäbe (10) mit dem einen Endring (11) bzw. den Endringen (11) dadurch bewirkt wird, dass die Antennenstäbe (10) zum betreffenden Stabende (E) hin nach radial innen geführt sind.

17. Hochfrequenzantenne nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet,

dass die Antennenstäbe (10) im Falle des im Wesentlichen parallelen Verlaufs zur Antennenachse (12) im Bereich ihrer Stabenden (E) nach radial innen umgebogen sind.

- 5 18. Hochfrequenzantenne nach Anspruch 16,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Antennenstäbe (10) im Falle des im Wesentlichen parallelen Verlaufs zur Antennenachse (12) vom Mittelbereich
(M) zu den Stabenden (E) hin allmählich nach radial innen
10 verlaufen.

-  19. Hochfrequenzantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Verbindung der Antennenstäbe (10) mit dem einen End-
15 ring (11) bzw. den Endringen (11) dadurch bewirkt wird, dass
der betreffende Endring (11) in seinem Verbindungsbereich zu
den Antennenstäben (10) nach radial außen geführt ist.
- 

Zusammenfassung

Hochfrequenzantenne für eine Magnetresonanzanlage

- 5 Eine Hochfrequenzantenne (6, 7) für eine Magnetresonanzanlage weist eine Anzahl von Antennenstäben (10) und zwei Endringe (11) auf. Die Antennenstäbe (10) sind regelmäßig um eine Antennenachse (12) herum angeordnet und an ihren Stabenden (E) mit je einem der Endringe (11) verbunden. Wenn die Antennenstäbe (10) im wesentlichen parallel zur Antennenachse (12) verlaufen, weisen sie in ihrem Mittelbereich (M) von der Antennenachse (12) einen Stababstand (d_s) auf, der größer als ein Endringabstand (d_r) ist, den mindestens einer der Endringe (11) von der Antennenachse (12) aufweist. Wenn die Antennenstäbe (10) mit der Antennenachse (12) einen Neigungswinkel (α) bilden, weisen sie an ihrem weiter von der Antennenachse (12) entfernt liegenden Stabende (E) von der Antennenachse (12) einen Stababstand (d_s) auf, der größer als ein Endringabstand (d_r) ist, den derjenige der Endringe (11), der mit den weiter von der Antennenachse (12) entfernt liegenden Stabenden (E) verbunden ist, aufweist.

FIG 3

FIG 1

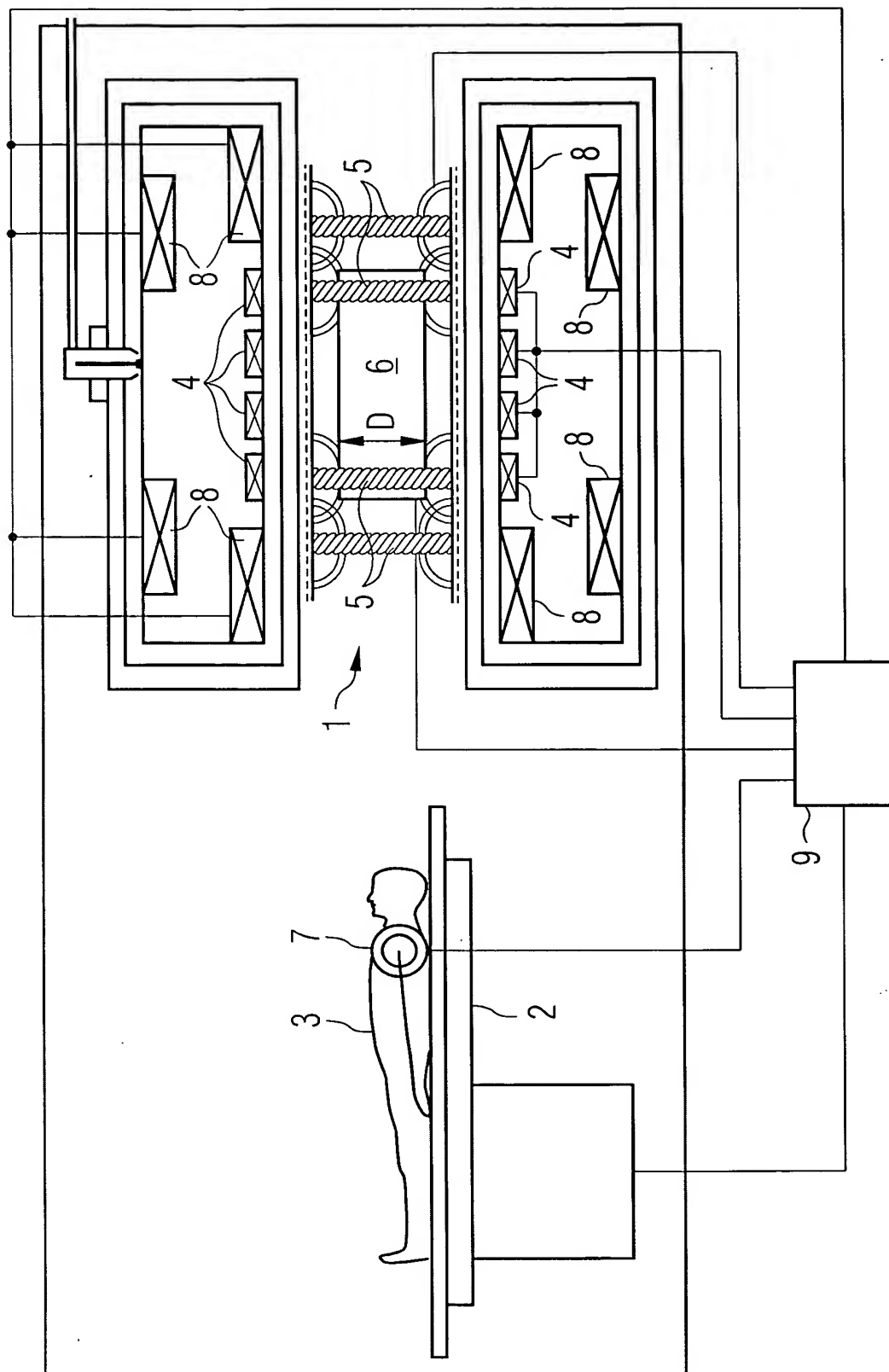


FIG 2

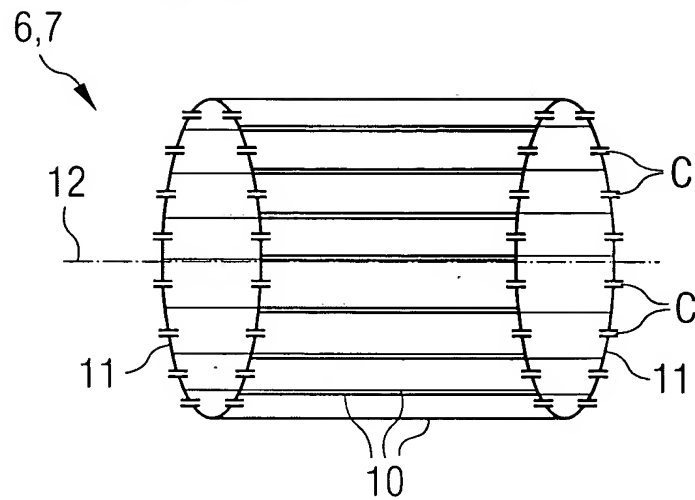


FIG 3

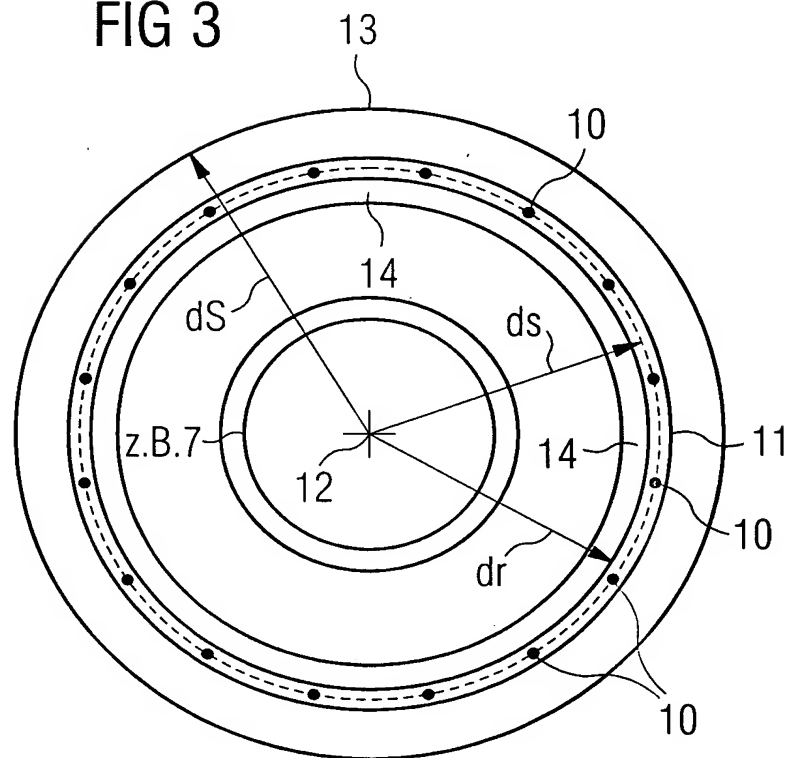


FIG 4

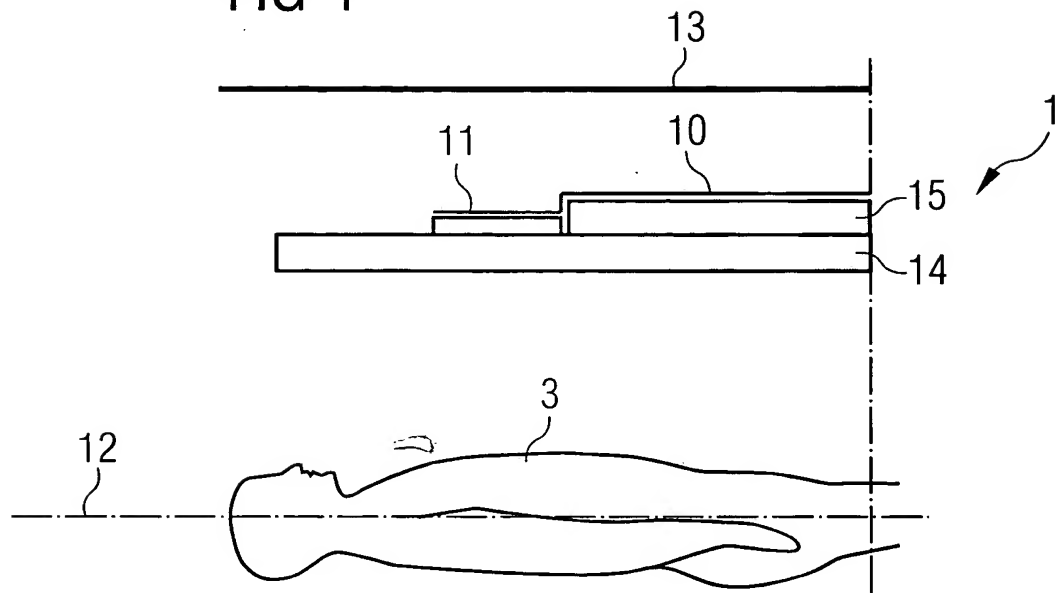


FIG 6

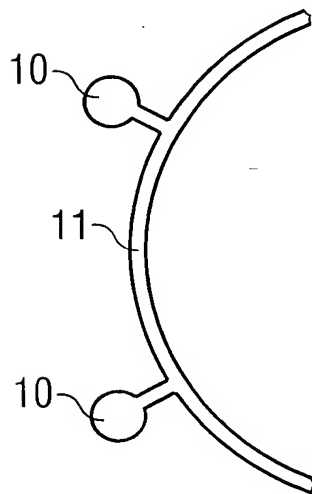


FIG 7

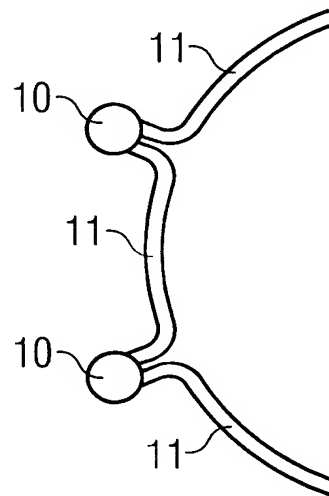


FIG 5

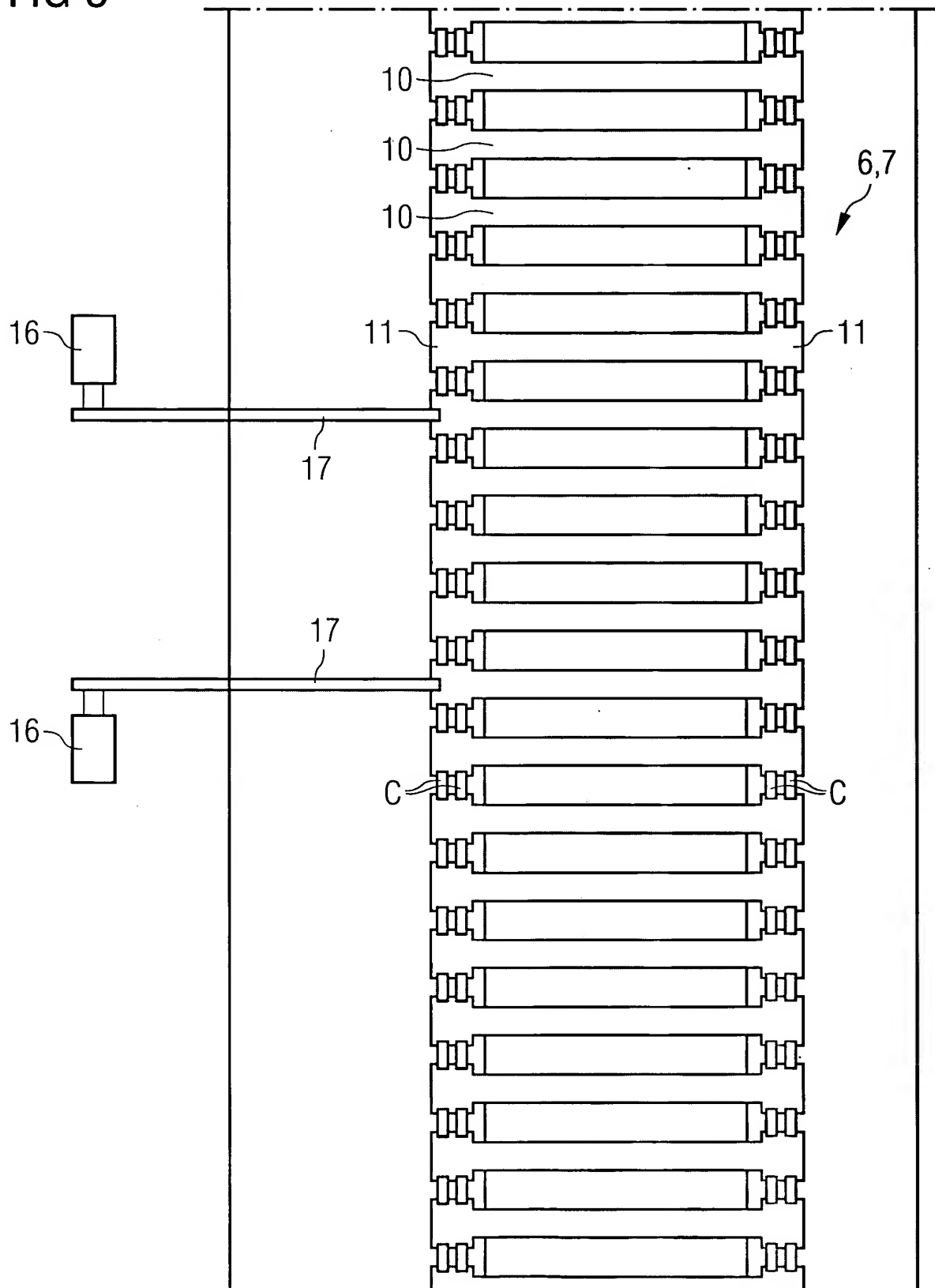


FIG 8

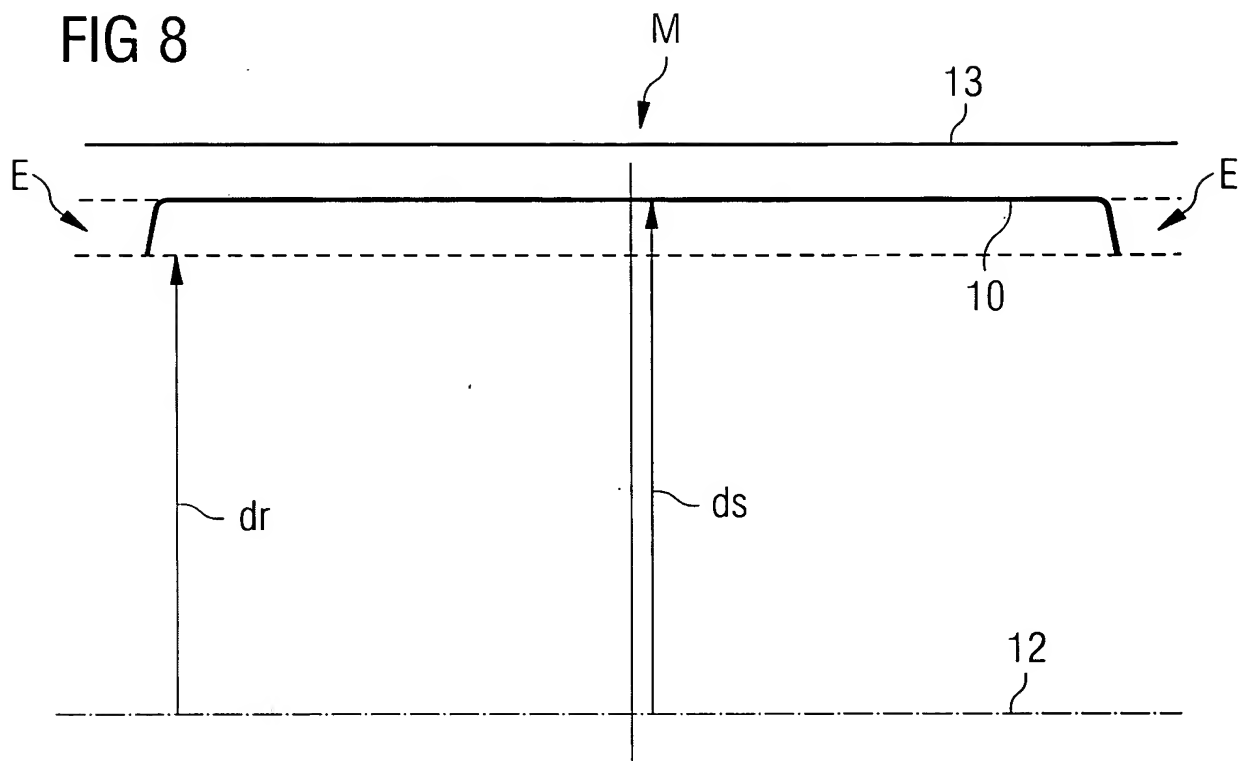


FIG 9

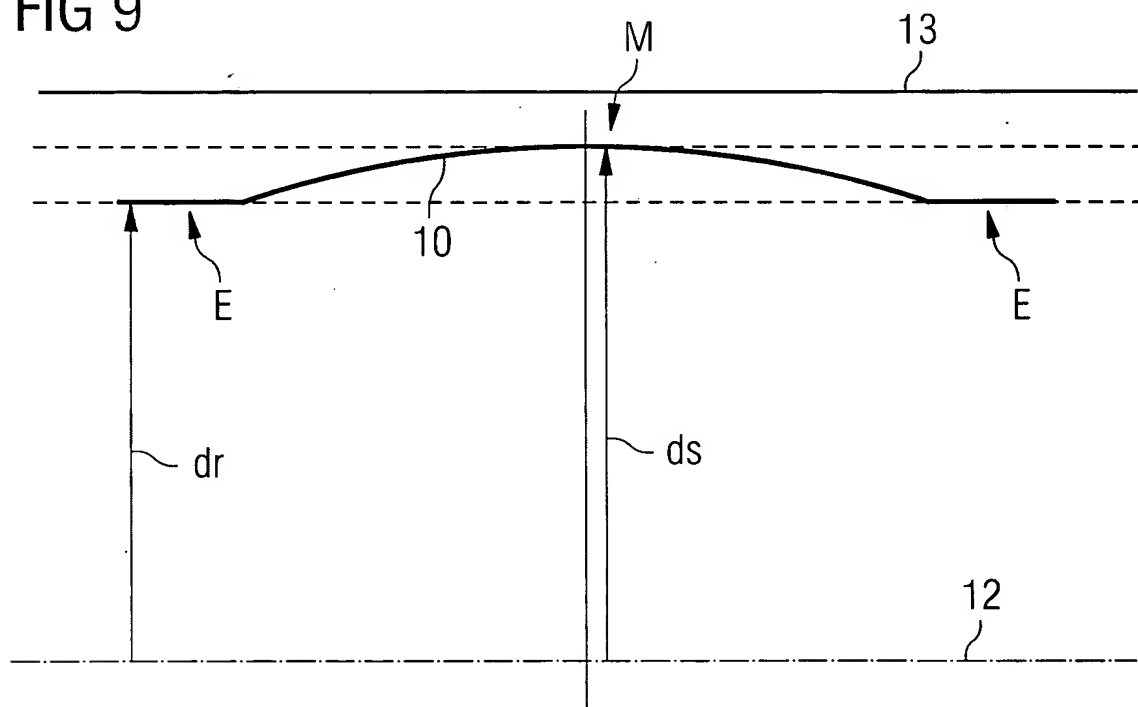


FIG 10

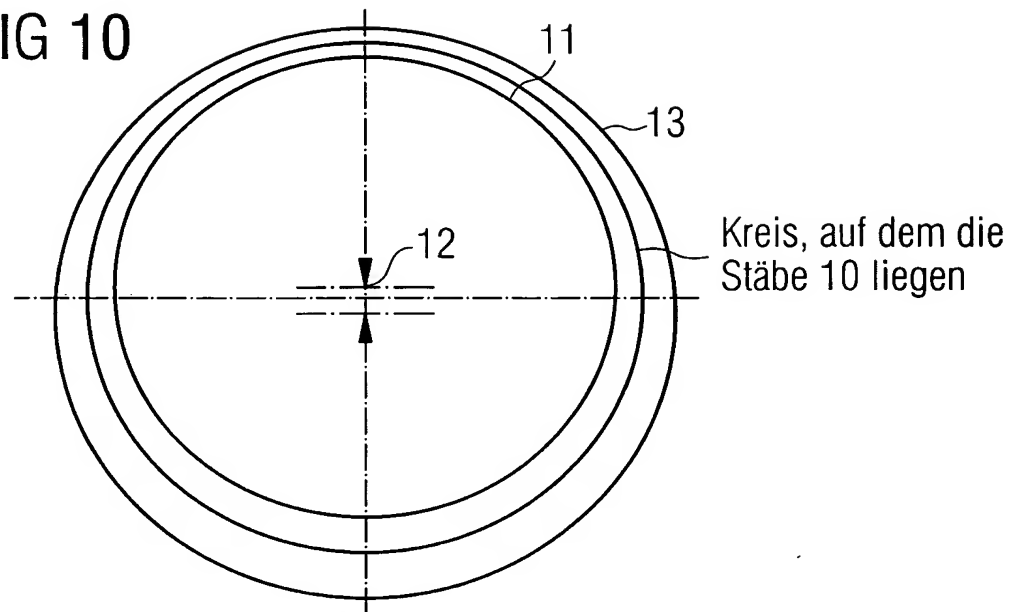


FIG 11

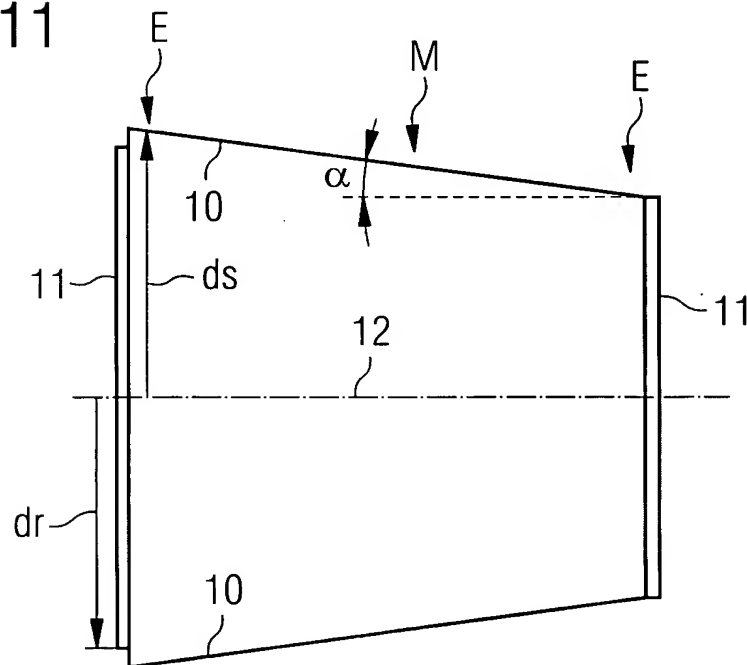


FIG 12

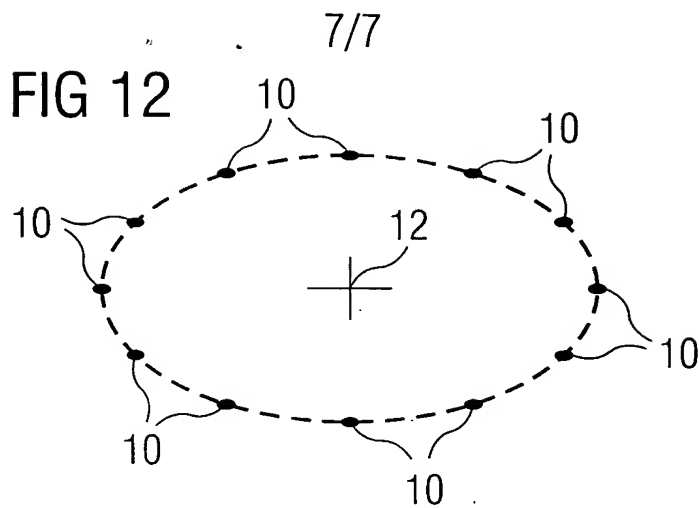


FIG 13

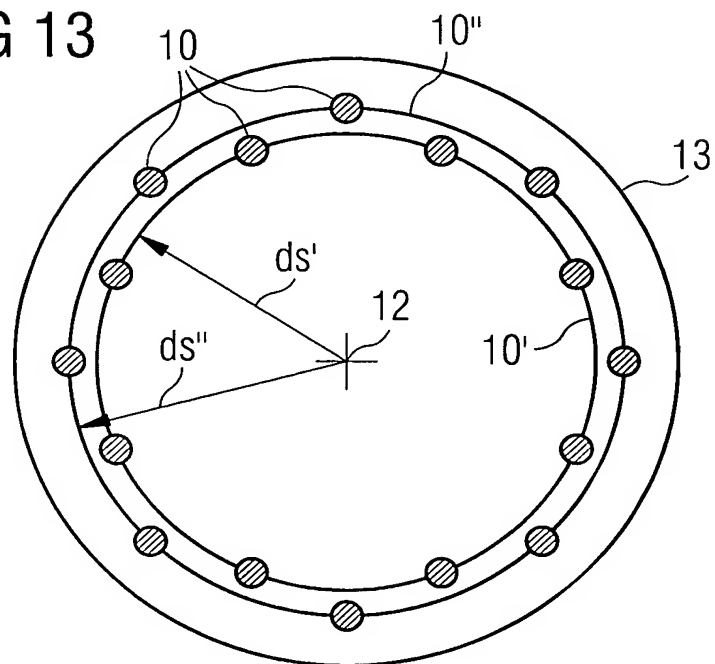


FIG 14

